

(51) Int.Cl.⁶
 H 01 L 21/66
 G 01 B 11/24
 G 01 N 21/88
 G 06 T 7/00

識別記号

F I
 H 01 L 21/66 J
 G 01 B 11/24 F
 G 01 N 21/88 J
 G 06 F 15/62 4 0 5 A
 15/70 4 6 5 Z

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全8頁)

(21)出願番号 特願平9-52953

(22)出願日 平成9年(1997)3月7日

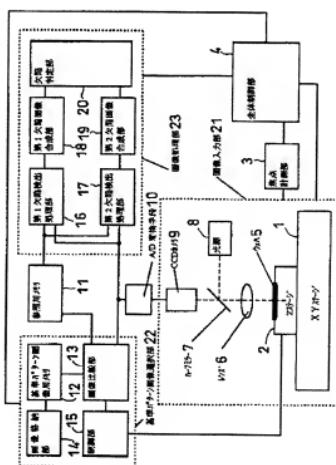
(71)出願人 000005049
 シヤープ株式会社
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
 (72)発明者 中村 淳良
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
 ャープ株式会社内
 (74)代理人 井理士 平木 純輔

(54)【発明の名称】 パターン検査方法及び検査装置

(57)【要約】

【課題】 焦点面計測精度や位置決め精度に対して焦点深度が小さい場合においても欠陥が検出でき、疑似欠陥を誤検出しないようにする。

【解決手段】 検査したい正常なパターンに焦点が合致した画像(基準パターン画像という)を格納する画像格納手段1.4と、その基準パターン画像に対して最も近い画像を自動的に選択し参照用パターン画像とする手段を備える。参照用パターン画像を選択する手段は、顕微鏡の対物レンズ6と被検体5の表面のパターンまでの距離を変えることで異なるパターンに焦点が合った画像の中から、基準パターン画像に対して最も近い画像を選択する。選択された参照用パターン画像は参照用メモリ1.1に記憶され、欠陥検出処理部1.6、1.7での処理で参照される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 検査パターン画像を参照用パターン画像と比較してパターンの欠陥検査を行うパターン検査方法において、

正常なパターンで正確に焦点があった基準パターン画像に対して最も近い検査パターン画像を選択して前記参照用パターン画像とすることを特徴とするパターン検査方法。

【請求項2】 請求項1記載のパターン検査方法において、複数の基準パターン画像の各々に対して最も近い検査パターン画像を同時に選択して複数の参照用パターン画像とすることを特徴とするパターン検査方法。

【請求項3】 撮像手段により撮像された検査パターン画像を参照用画像記憶手段に記憶された参照用パターン画像と比較してパターンの欠陥検査を行うパターン検査装置において、

正常なパターンで正確に焦点が合った画像を予め基準パターン画像として記憶する基準画像記憶手段と、前記基準画像記憶手段に記憶された基準パターン画像と前記撮像手段により撮像された検査パターン画像とを比較する画像比較手段とを備え、前記基準パターン画像に対して最も近い検査パターンを選択して前記参照用パターン画像として前記参照用画像記憶手段に記憶することを特徴とするパターン検査装置。

【請求項4】 請求項3記載のパターン検査装置において、前記基準画像記憶手段は複数の基準パターン画像を記憶し、前記参照用画像記憶手段は前記複数の基準パターン画像にそれぞれ対応する複数の検査パターン画像を複数の参照用パターン画像として記憶することを特徴とするパターン検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、LSIや液晶フラットディスプレイなどの半導体における微細パターンの欠陥や表面の付着物の検出を行う方法と装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の検査は、基準となるパターン画像と検査するパターン画像を比較することにより行われていた。以下、LSIなどのパターンが形成されたウェハの検査を例に説明するが、液晶フラットディスプレイやそれらを製造する際に使用されるマスク、レチクルの検査についても同じである。

【0003】 これらの中の製造工程では1枚の基板上に同一物が複数作られる。例えばLSIの場合、1枚のウェハに複数のチップが作られる。また、チップの中にはメモリセルのように規則性のあるパターンで構成される部分と周辺回路部分のように規則性のないパターンで構成される部分が含まれる。図4、図5は規則性のあるパターンの例、図6は規則性のないパターンの例である。ただし、これらの例は説明のためであって実際のパターンと

は異なる。

【0004】 図4、図5はそれぞれパターンの繰り返し間隔がW1、W2の例であり、このような規則性のあるパターンの検査では繰り返される間隔分づらして比較することで欠陥部分を検出する。図4の場合、横方向にW1ずらしたパターンと、すらす前のパターンと比較することで、例えばみ出した部分(欠陥)を検出することができる。また、図5の場合、横方向にW2ずらしたパターンとすらす前のパターンと比較することで、例えば内側に欠陥した部分(欠陥)を検出することができる。このような検査方法は、例えば、特開平4-27904号公報に記載されている。以下、この方法を欠陥検出方法aとする。

【0005】 これに対して図6のような規則性のないパターンの場合は、近接したパターンでの比較ができないため、欠陥のない基準となるパターン画像を用意し、検査する画像と比較することでパターンの異なる部分(欠陥)を検出する方法がとられる。この基準となるパターン画像の選択方法にはいくつもあり、(1)パターンを形成する設計データから作成する方式、(2)2つの顕微鏡で同時にそれぞれ異なる位置のチップの画像を取り込み、一方を基準パターンとする方式、(3)1つの顕微鏡で基準となるチップ位置を決定し、このチップの画像を取り込んでメモリに記憶しておき、これを基準パターンとする方式がある。これらの方法については、例えば特開平1-287449号公報、特開平2-37740号公報などに記載されている。

【0006】 被検体がマスクやレチクルの場合には前記(1)の方式が採用できるが、形成されたパターンの検査では表面からの反射光を画像に変換するため、前記(2)、(3)のような基準となる画像も形成されたパターンからとる方式が採られる。また、前記(3)の方式の方が顕微鏡が1つですむなど画像入力部が簡便となる利点がある。前記(3)の方法を、以下では欠陥検出方法bとする。

【0007】 規則性のあるパターンに対しても、欠陥検出方法bによる検査は可能である。一般的に、近接するパターンは半導体プロセスでのパターン形成条件が近く、得られた画像もパターン間で差異が少なくなり欠陥と正常な部分の識別が容易になるという利点があるため、規則性のあるパターンの場合に近接するパターン間で比較する方法がとられることが多い。しかし、近接するパターンの繰り返し間隔が撮像する領域の大きさに比べて大きい場合は撮像した領域内に繰り返しパターンが現れることになり、欠陥検出方法aが利用できないという欠点もある。したがって、規則性のあるパターンにおいては、状況に応じて欠陥検出方法aと欠陥検出方法bを併用することがある。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 半導体のパターンはす

で説明したような2次元的なパターンにより形成されるが、最終的には、この2次元的なパターンを層状に重ねた3次元的なパターンとして形成される。図7は、半導体断面の1例を示す図である。図では層別にハッチングパターンを変えて表示している。なお、図の断面形状は、説明のための模式図であって実際の形成状態とは異なっている。

【0009】検査するパターンの画像は、顕微鏡を用いて光学的に拡大、結像させ、カメラなどの撮像手段を用いて取り込まれる。顕微鏡の拡大光学系と半導体表面の距離を変え、図7に示すような位置に焦点面70が決められた場合、焦点深度71内にあるパターン欠陥や付着物は撮像手段の撮像面に結像し、画像として得られるが、焦点深度71の範囲からはずれた層や欠陥はコントラストが低下したり、結像しないため欠陥の検出ができない。例えば図6のようなパターンの場合、焦点面をずらすと図8のように、見えていたパターン80のコントラストが低下すると同時に他層のパターン81が見えてくるようになる。

【0010】一方、近年の急速な半導体の集積密度の増大に伴ってパターンの微細化が進み、より微小な欠陥を検出することが要求されている。このため、より高倍率の顕微鏡を用いた画像入力が必要となるが、高倍率になるとほど焦点深度が浅くなり、1焦点面の焦点深度の範囲内に全ての層のパターンや欠陥の高さが入らなくなる。したがって、1回の画像入力では全ての層のパターンや欠陥の画像が得られないという問題点が生じる。

【0011】これに対応するため、例えば特開平4-142055号公報に記載されているように、焦点面が計測などで決定された後、検査したいパターンの層が見える高さまでのオフセットを求めて、焦点面からのオフセット量が同一の条件で取り込んだ画像間でパターン画像を比較する方法がある。

【0012】しかしながら、図7のように、焦点面の計測精度や、拡大光学系と半導体表面との距離の位置決め精度の影響があり、焦点面として実際に位置決めされる面73は画像を取り込む度に変動する。また、オフセットした面への高さ方向位置決め精度の影響からオフセットされた面の高さ位置も同様に変動する。倍率が高くなると焦点深度は小さくなるため、これらの位置決め精度が十分でない状態が発生し、画像を取り込む度に得られる画像に差異が発生する。

【0013】規則性のあるパターン部分を欠陥検出方法aによって検査する場合には、画像間の差異は発生するが画像内のパターン間には差異はないため、画像内に結像している層での欠陥は検出できる。したがって特開平4-142055号公報のように複数のオフセット量を設定し、各オフセット量を与えたときの検出結果を合成することで全ての層の欠陥検出が可能となる。

【0014】一方、規則性のあるパターン部分や規則性

のないパターン部分で欠陥検出方法bで検査する場合、例えば画像間に図6と図8のような差異が発生し、検出した層の欠陥のコントラストが低下したり、他層のパターンが疑似的な欠陥として誤検出されたりするという問題点が発生する。

【0015】そこで本発明では、焦点面計測精度や位置決め精度に対して焦点深度が小さい場合においても欠陥が検出でき、疑似欠陥を誤検出しない手段を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】前記の課題解決のため、本発明のパターン検査装置は、パターン画像の比較方式において、検査したい正常なパターンに焦点が合致した画像（以下、基準パターン画像という）を格納する画像格納手段と、その基準パターン画像に対して最も近い画像を自動的に選択し参照用パターン画像とする手段を備える。参照用パターン画像を選択する手段は、顕微鏡の対物レンズとパターン表面までの距離を変えることで、異なるパターンに焦点が合った画像の中から、基準パターン画像に対して最も近い画像を選択する。選択された参照用パターン画像は参照用メモリに記憶され、欠陥検出処理において参照される。

【0017】すなわち、本発明は、検査パターン画像を参照用パターン画像と比較してパターンの欠陥検査を行うパターン検査方法において、正常なパターンで正確に焦点があった基準パターン画像に対して最も近い検査パターン画像を選択して参照用パターン画像とすることを特徴とする。

【0018】参照用パターン画像は1つには限らず、複数の基準パターン画像の各々に対して最も近い検査パターン画像を同時に選択して複数の参照用パターン画像としてもよい。

【0019】また、本発明は、撮像手段により撮像された検査パターン画像を参照用画像記憶手段に記憶された参照用パターン画像と比較してパターンの欠陥検査を行うパターン検査装置において、正常なパターンで正確に焦点が合った画像を予め基準パターン画像として記憶する基準画像記憶手段と、基準画像記憶手段に記憶された基準パターン画像と撮像手段により撮像された検査パターン画像とを比較する画像比較手段とを備え、基準パターン画像に対して最も近い検査パターンを選択して参照用パターン画像として参照用画像記憶手段に記憶することを特徴とする。

【0020】基準画像記憶手段は複数の基準パターン画像を記憶し、参照用画像記憶手段は複数の基準パターン画像にそれぞれ対応する複数の検査パターン画像を複数の参照用パターン画像として記憶するようにしてもよい。

【0021】基準パターンの格納時には、正常なパターンを持つ画像が格納される。その際、検査したいバ

ン層上のパターンに焦点のあった画像を選択し基準パターン画像として格納する。次に、検査を行おうとするパターンに形成条件が近い正常なパターンの位置に移動した後、基準パターンの画像格納時に画像を選択した高さ近傍で高さを変えながら画像の取り込みを行い、基準パターンの画像に最も近い画像を選択し、参照用パターン画像として一時記憶する。

【0022】検査する場合には、検査するパターンの位置に移動後、基準パターンの画像格納時に画像を選択した高さ近傍で高さを変えながら画像の取り込みを行い、一時記憶した参照用パターンの画像と比較することで差異の最も少ない画像を、欠陥や付着物の検出画像とする。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。ここでは、ウェハのパターン検査を例にとって説明する。

【0024】図1は、本発明による検査装置の第1の実施の形態を示すブロック図である。この検査装置は、ウェハ上のパターン画像を得るための画像入力部21、基準パターン画像選択部22、画像処理部23、及び制御部4等から構成されている。

【0025】ウェハ5はZ軸ステージ2の上に載せられ、Z軸ステージ2はXYステージ1の上に取り付けられている。XYステージ1はレンズ6の光軸に対してウェハ5上の検査パターン位置を水平方向に移動させるための機構であり、Z軸ステージ2はレンズ6とウェハ5の間の距離を変え、ウェハ上の検査パターンに焦点をあわせるためウェハを垂直方向に移動させるための機構である。焦点計測部3は、レンズ6からウェハ5の表面までの距離が焦点距離になるよう、距離を計測し、Z軸ステージ2を制御する。光源8の光はハーフミラー9によりレンズ6の軸上に反射され、レンズ6を介してウェハ5の表面に投射される。ウェハ5の表面の反射光はレンズ6によってCCDカメラ9の撮像面に結像され、ウェハ表面のパターン画像を得ることができる。以上が画像入力部21の構成である。

【0026】CCDカメラ9の撮像面に結像されたパターン画像は、A/D変換手段10によってデジタル画像に変換され、基準パターン画像選択部22と画像処理部23に入力される。全体制御部4は、画像入力部21、基準パターン画像選択部22、画像処理部23の動作を制御する。また参照用メモリ11は、基準となるパターン画像を一時的に記憶するものである。

【0027】基準パターン画像選択部22は、予め設定された基準パターン画像に近い参照用パターン画像を選択するためのものである。画像格納部14は、正常なパターンでかつ検査したいパターンに正確に焦点があつた基準パターン画像を画像入力部21から取り込んで格納するものである。基準パターン画像用メモリ12は一時

的に画像格納部14から画像を取り出し記憶するものであり、画像比較部13は基準パターン画像用メモリ12の画像とA/D変換手段10からの画像の比較を行るものである。制御部15はZ軸ステージ2を駆動し、画像比較部13での比較によって最も基準パターン画像用メモリ12内の基準パターンに近い画像を選択する。選択された画像は、参照用メモリ11に送られ記憶される。【0028】画像処理部23は、検査するウェハ表面を撮像した画像から欠陥や付着物の検出を行うものである。第1欠陥検出処理部16は、基準パターン画像選択部22によって選択された参照用メモリ11の画像とA/D変換手段10からの画像とを比較し、その差異を欠陥画像として生成する。すなわち、異なるチップ間での比較を行うもので、主に周辺回路部分のような周期性を持たないパターンの検査で使用する。ここでは、前述の欠陥検出方法bによる処理を行なう。

【0029】第2欠陥検出処理部17は、メモリセルのような同一のパターンが周期性をもっている繰り返しパターン部分の検査において使用され、同一チップ内の近接するパターン同士を比較する。ここでは、前述の欠陥検査方法aによる処理を行う。

【0030】Z軸ステージの位置決め誤差や焦点位置計測誤差などにより、A/D変換手段10から出力された画像には検査したい層のパターンや欠陥に焦点が合っていないかったり、参照用メモリ11の画像とA/D変換手段10から出力された画像間に差異が生じたりする。そこでZ軸ステージ2を上下に動作させ、その間の各位置で画像入力部21より画像を取り込み、第1欠陥検出処理部16、第2欠陥検出処理部17で欠陥画像を作成してゆく。

【0031】第1欠陥検出処理部16からの欠陥画像には、真の欠陥と擬似的な欠陥とが混在している。擬似的な欠陥とは、パターンとしては正常であるが、Z軸ステージの位置決め誤差や焦点位置計測誤差などにより、A/D変換手段10から出力された画像に検査したい層のパターンや欠陥に焦点が合っていないかったり、参照用メモリ11の画像とA/D変換手段10から出力された画像間に差異が生じて欠陥として判定された個所である。したがって、第1欠陥画像合成分18はZ軸ステージ2の位置が異なる欠陥画像の中から最も欠陥が少ないものを選択する。

【0032】一方、第2欠陥検出処理部17においては、近接するパターン画像間で比較を行なうため画像としての差異は少ない。そこで、第2欠陥画像合成分19は、Z軸ステージ2の位置が異なる欠陥画像の累積画像を合成すると、異なる高さのパターンについて検査したことになる。また、参照用メモリ11の画像と比較して最も差異の少ない場合の欠陥画像のみを選択すれば、基準パターン画像選択部22で記憶された高さのパターンのみの検査結果を得ることができる。第1欠陥画像合成分

部18と第2欠陥画像合成分19で作成された画像は、欠陥判定部20で欠陥の判定が行われる。

【0033】以下各部の動作を、図3のフローチャートを用いて説明する。まず、基準パターン画像用メモリ12に、検査するパターンの画像を画像格納部14から取り出し記憶させておく(S1)。なお、画像格納部14には、予めパターンに欠陥の無い基準となるべきウェハを用意してステージ2上に搭載し、目的とする正常なパターンに正確に焦点があった状態でパターン画像を取り込み格納しておく。このとき、焦点計測部3で焦点面とされたZ軸位置から目的とするパターンに正確に焦点があったZ軸位置までのオフセット量Z1を記憶しておく。

【0034】次に、検査するウェハをZステージ2上に搭載し、XYステージ1で検査パターンと同一パターンをもつ参照画像獲得位置にウェハ5を移動し、焦点計測部3で焦点を合わせる(S2)。1枚のウェハ上には同一のチップが繰り返されて形成されており、検査するパターンは各チップに同一のものが存在する。例えば、ウェハ内に基準となるチップ位置を設定し、そのチップ内で検査パターンと同一パターンを持つ位置を参照画像獲得位置とする。

【0035】参照画像獲得位置では、Z軸位置オフセット量(Z1-a)から(Z1+a)までの各位置で画像入力部21とA/D変換手段10より画像を取り込み、画像比較部13で基準パターン画像用メモリ12と比較する。そして最も差が少なかった画像を選択し、参照用メモリ11に記憶させる(S3)。ここでaは焦点深度に近い適当な値であり、各位置の移動制御は制御部15が行う。

【0036】ステップ2とステップ3の処理によって、画像格納部14に格納された検査パターンに焦点があつた画像が選択される。また、予め画像格納部14に画像を格納するために使用した基準ウェハと検査するウェハとではパターンの形成条件や照明条件が異なり正常なパターンながら画像に差異は発生するが、検査するウェハで再記憶されることにより、この差異がない検査パターン画像に更新することができる。

【0037】次に、XYステージ1で検査するパターン位置、例えば別チップで同一検査パターン位置にウェハを移動し、焦点計測部3で焦点をあわせる(S4)。そして、Z軸オフセット量(Z1-a)から(Z1+a)までの各位置で画像入力部21とA/D変換手段10より画像を取り込み、画像処理部23で欠陥検出を行う(S5)。画像処理23の処理は、前述した通り欠陥検出方法a、bである。

【0038】ウェハ上の同一検査パターンを持つ各チップを検査する場合は、各チップの検査位置を順に移動して、図3のステップ2からステップ5までを繰り返す。また、検査パターンの異なるXY位置やZ位置について

の検査を行う場合は、各XYZ位置毎にステップ1からステップ5までを繰り返す。

【0039】図2は、本発明による検査装置の第2の実施の形態を示すブロック図である。説明を簡単にするため、図1と同様の機能を果たす部分には図1と同じ符号を付して示した。基準パターン画像選択部22は、第1基準パターン用メモリ32と第2基準パターン用メモリ33、及び第1画像比較部34、第2画像比較部35を有する。第1画像比較部34、第2画像比較部35で選択された画像は、各々第1参照用メモリ30及び第2参照用メモリ31に記憶される。また、画像処理部23は、それぞれ一対の第1欠陥検出処理部16と第2欠陥検出部17とを有する。一対の第1欠陥検出部16及び17は、それぞれA/D変換手段10からの画像を第1参照用メモリ30及び第2参照用メモリの画像と比較する。

【0040】第1の実施の形態の検査装置は、基準パターン画像を記憶する画像格納部や一時記憶用の参照用メモリをそれぞれ1つ持ち、Z軸位置が異なる検査パターンについては1つの検査パターンの検査が終了する間に画像格納部から取り出し記憶せることを繰り返していく。第2の実施の形態の検査装置は、2つの基準パターン画像を同時に記憶させる構成としたもので、画像処理部23も同時に2つの基準パターン画像と取り込んだ画像との比較方式による検査を行うことができる。

【0041】以下に、パターンの形成された層が異なる、すなわちZ軸のオフセット位置が異なる2つのパターンについて検査を行う場合について説明する。画像格納部14から正常なパターンでかつ目的とするパターンに正確に焦点が合った画像2種類を取り出し、それぞれ第1基準パターン画像用メモリ32と第2基準パターン画像用メモリ33に記憶させる。

【0042】次に、XYステージ1を駆動して検査するパターン位置にウェハ5を移動し、Z軸を焦点位置に合わせる。焦点位置近傍のZ軸オフセット位置で画像入力部21とA/D変換手段10より画像を取り込み、第1画像比較部34では第1基準パターン画像用メモリ32の画像と比較し、第2画像比較部35では第2基準パターン画像用メモリ33の画像と比較する。焦点位置近傍のZ軸オフセット位置の中で最も差が少なかった画像を選択し、それぞれ第1参照用メモリ30及び第2参照用メモリ31に記憶させる。以上の操作により、予め設定した2種類の検査したいパターン画像に最も近い画像を検査ウェハについて再記憶することができる。

【0043】次に、XYステージ1で別の検査するパターン位置、例えば別チップで検査パターンが等しい位置にウェハ5を移動し、焦点計測部3で焦点を合わせる。焦点位置近傍でZ軸オフセット位置を変え、各オフセット位置で第1参照用メモリ30、第2参照用メモリ31に記憶されている画像を用いて、一対の第1欠陥検出部

16及び一对の第2欠陥検出部17で同時に欠陥検出処理を行う。

【0044】このように2つの基準パターン画像について同時に処理するため、高速で検査処理を行うことができる。また、3つ以上の基準パターン画像を持つ場合についても同様に第2の実施の形態を拡張することができる。以上、LSIなどのウェハを例に説明したが、本発明は、液晶フラットディスプレイなどの半導体についても同様に適用できる。

【0045】

【発明の効果】本発明によれば、記憶された正常な基準パターンとの画像比較による検査において、焦点位置決め誤差があっても、欠陥と正常なパターンの識別を容易に行うことができる。また、基準パターンの焦点面での欠陥のみを濾して検出することができる。したがって、焦点深度が浅い高倍率の欠陥検査において欠陥検出の精度を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態のブロック図。

【図2】本発明の第2の実施の形態のブロック図。

【図3】動作フローチャート。

【図4】規則性のあるパターンの説明図。

【図5】規則性のないパターンの説明図。

【図6】規則性のないパターンの説明図。

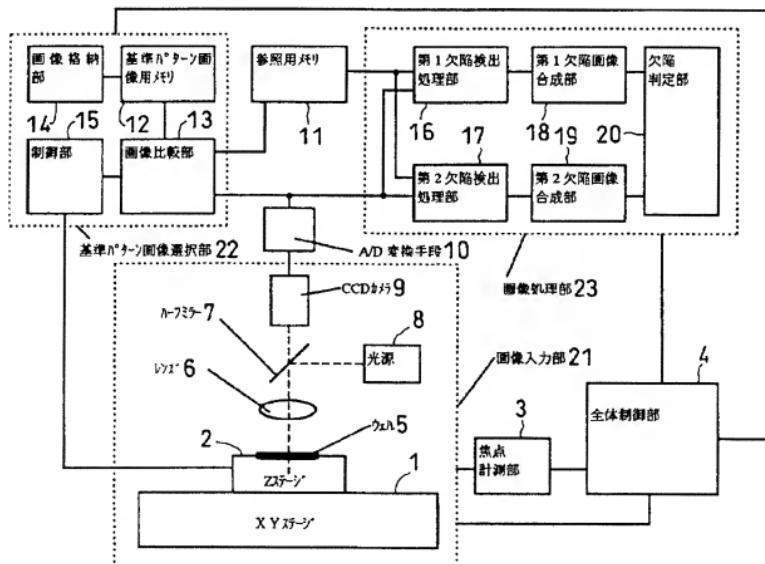
【図7】ウェハ上に形成されたパターンの断面と焦点面を説明する図。

【図8】焦点ずれが発生した場合のパターン観察画像の説明図。

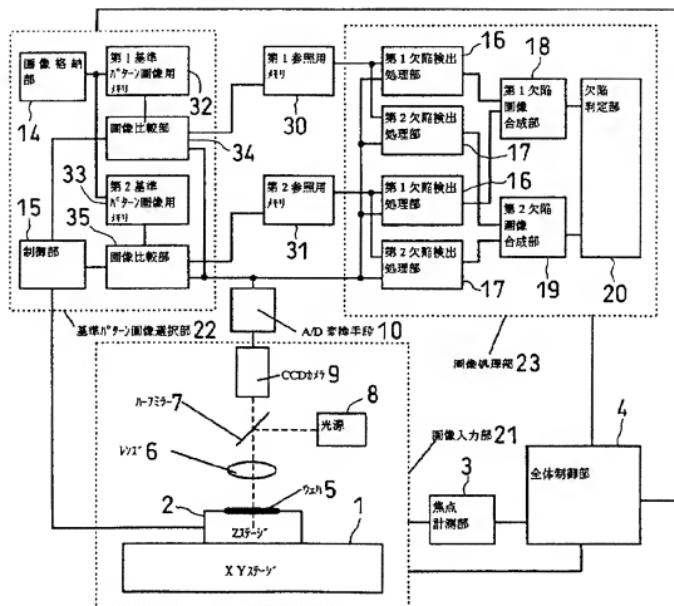
【符号の説明】

1…XYステージ、2…Z軸ステージ、3…焦点計測部、4…全体制御部、5…ウェハ、6…レンズ、7…ハーフミラー、8…光源、9…CCDカメラ、10…A/D変換手段、11…参照用メモリ、12…基準パターン画像用メモリ、13…画像比較部、14…画像格納部、15…制御部、16…第1欠陥検出処理部、17…第2欠陥検出処理部、18…第1欠陥画像合成部、19…第2欠陥画像合成部、20…欠陥判定部、21…画像処理部、22…基準パターン画像選択部、23…画像処理部、30…第1参照用メモリ、31…第2参照用メモリ、32…第1基準パターン画像用メモリ、33…第2基準パターン画像用メモリ、34…第1画像比較部、35…第2画像比較部

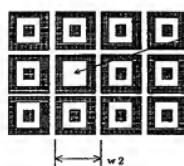
【図1】



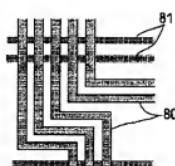
【図2】



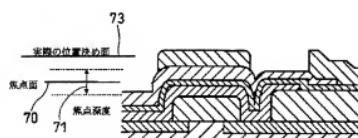
【図4】



【図6】



【図7】



【図3】

